

⑤ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 平成1年(1989)4月17日

F 16 F 15/02

6581-3J

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑥ 発明の名称 アクティブ防振制御方法

⑦ 特 願 昭62-253547

⑧ 出 願 昭62(1987)10月9日

⑨ 発 明 者 杉 田 雄 二 岡山県岡山市築港ひかり町9-25
⑩ 出 願 人 三井造船株式会社 東京都中央区築地5丁目6番4号
⑪ 代 理 人 弁理士 小川 信一 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

アクティブ防振制御方法

2. 特許請求の範囲

複数個のアクチュエータからなる変位発生部と複数個の力検出器からなるセンサ部とを積層して支持装置とし、該支持装置に負荷されるモーメントあるいは軸力に対応する信号をセンサ部から取り出し、各信号ごとに最適なゲイン調整と時間に関する一階積分を含む演算を加えて得られる各信号に基づいて支持装置のたわみ角あるいは軸変位を個別にあるいは同時に制御するように変位発生部の各アクチュエータを駆動することを特徴とするアクティブ防振制御方法。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明はアクティブ防振制御方法、より詳しくは例えば曲げあるいはねじり振動をする片持梁などの防振として好適なアクティブ防振制御方法に関するものである。

〔従来技術〕

梁などの構造体に外乱が作用すると固有振動が生じる。このとき、構造体の減衰が大きいほど変位振幅は小さく、パルス状の外乱に対しては振動の継続時間も短くなる。しかるに、構造体の減衰能力には限界があるため、アクチュエータを用いて能動的に減衰特性を改善する方法が考えられるようになってきた。

例えばロボットアームではアームの先端に加速度検出器を取付け、そこから得られる速度信号に基づいてアーム根元部のアクチュエータを駆動する方法が提案されている。

しかしながら、すでに提案されている方法はいずれも物体の振動変位、速度、加速度を検出するもので、アクチュエータと振動検出器を別々に取付ける必要があり、装置が複雑化するという問題があった。

かかることから、本発明者は直列に配置したアクチュエータと力検出器からなる支持装置を用い、力検出器の信号に基づきアクチュエータ

を駆動する防振制御方法を発明し、先に提案した。

即ち、第8図及び第9図に示されるように、振動体1をジルコン、チタン酸鉛等の圧電セラミックスによって製作された複数の圧電素子ディスクで形成された圧電アクチュエータ4（変位発生部）と、この圧電アクチュエータ4と同軸上に配置された力検出器5（センサ部）からなる支持装置3を支持台2に取付けている。そして力検出器5はひずみゲージ、圧電体による荷重センサあるいは圧電アクチュエータ4と同じ圧電素子ディスクにより構成されている。

そして力検出器5によって検出される振動体1の変動荷重を出力電圧 V_i として取出し、これを演算部6に導きこれを感度調節し、一階の積分器10を通した後、加算器11で圧電アクチュエータ4が必要とするバイアス電圧を加えて電圧信号 V とし、これを増幅器7で増幅して印加電圧 V_a とし、この信号により圧電アクチュエータ4を駆動するようにしたものである。

〔発明の概要〕

本発明は前記したような目的を達成するため、複数のアクチュエータからなる変位発生部と、複数の力検出器からなるセンサ部を積層して支持装置とし、前記支持装置に負荷されるモーメントあるいは軸力に対応する信号をセンサ部から取り出し、各信号ごとに最適なゲイン調整と時間に関する一階積分を含む演算を加えて得られる各信号に基づいて支持装置のたわみ角あるいは軸変位を個別にあるいは同時に制御するように変位発生部の各アクチュエータを駆動することを特徴とするアクティブ防振制御方法である。

〔実施例-1〕

以下、第1図ないし第3図に基づき本発明によるアクティブ防振制御方法の第1の実施例を説明する。

第1図は中ぐり加工用の切削工具の平面図、第2図はその斜視図である。

切削工具21はホルダ22の先端に支持装置23を

これにより、振動体1と支持台2の間に減衰作用が働き、振動エネルギーが吸収される。したがって、振動体1が共振するのを抑さえ、振動体1から支持台2に伝搬する力も抑制することができる。また、振動体1に加えられる起振力と振動体1の振動変位が干渉して生じる自励振動も、減衰作用により、その発生が抑えられる。

ところで、かかるアクティブ防振制御方法によれば、振動体1が矢印A-A方向に振動する場合は極めて有効なものであるが、例えばこの振動体1がB-B方向に回転する曲げ振動が生じた場合、良好な支持装置として使用することができないと云う問題があった。

〔発明の目的〕

本発明は前記したような従来技術の問題点を解決するためになされたものであって、その目的とするところは、小型でかつ制御系が簡単な方式で直線方向及び曲げ方向の両方の振動を個別に、あるいは同時に制御するアクティブ防振方法を提供するものである。

介して工具チップ29の支持部を支持している。

この支持装置23は、圧電アクチュエータ24a、24bからなる変位発生部と、この電圧アクチュエータ24a、24bの同軸上に直列に積層して取付けられた力検出器25a、25bからなるセンサ部と、圧電アクチュエータ24a、24bに予圧縮を与えるための曲げ剛性をもたない弾性ばね構造部24とにより構成されている。

これら圧電アクチュエータ24a、24bおよび力検出器25a、25bはそれぞれホルダ22の中心軸Cの両側にそれぞれの中心軸Cと平行になるように離間して配置されている。そして力検出器25a、25bの信号は、ライン26a、26bにより制御装置27に導かれるとともに、圧電アクチュエータ24a、24bには制御装置27から後述する印加電圧信号がライン28a、28bを介して与えられるように構成されている。なお、29Aは被加工物である。

前記構成の切削工具21において、被加工物29Aを切削する場合、その先端部に曲げ振動であ

る「再生ビビリ振動」が工具チップ29を介して矢印B-B方向に生じ、これが切削工具21にその中心軸Cを中心とする変動曲げモーメントとして作用する。

この変動曲げモーメントが作用すると、これを力検出器25a, 25bにより検知し、信号として出力電圧 V_{r1} , V_{r2} を制御装置27に導く。この制御装置27に導かれた出力電圧 V_{r1} , V_{r2} は、第3図に示すようにそれぞれ感度調整されて減算器30に導かれ、ここで相対量が算出される。なお、この相対量は変動曲げモーメントの信号に対応する。

その相対量信号が積分器31に導かれ、ここで時間に関して一階積分が加えられ、電圧信号Vとされる。この電圧信号Vは支持装置23に減衰作用を働かせるためのたわみ角の制御量である。そこで、圧電アクチュエータ24a, 24bを用いて支持装置23にこのたわみ角を生じさせるために、この電圧信号Vは一方の圧電アクチュエータ24aを駆動するための電圧信号 V_1 と他方の

圧電アクチュエータ24bを駆動するための電圧信号 V_2 とに分けられ、この電圧信号 V_2 は反転器32で反転される。

そして電圧信号 V_1 及び V_2 は圧電アクチュエータ24a, 24bが必要とするバイアス電圧が加算器33, 34により加えられ、増幅器35, 36を通過して印加電圧信号 V_{a1} , V_{a2} となる。この印加電圧信号 V_{a1} , V_{a2} がライン28a, 28bにより圧電アクチュエータ24a, 24bに与えられると、この圧電アクチュエータ24a, 24bは大きさが同じで符号が互いに反対の変位が生じ、支持装置23の両端面間にたわみ角が生じる。

このたわみ角は、支持装置23を伝達する曲げモーメントに対して90°の位相遅れをもつことから、このたわみ角と支持装置23を伝達する曲げモーメントによって減衰作用が働き、曲げ振動エネルギーが散逸し、再生ビビリ振動が制御されるのである。

前記実施例は、本発明を切削工具に適用した場合について説明したが、例えば片持梁の曲げ

振動の防止手段としても適用可能である。

更に、圧電アクチュエータ24a, 24bおよび力検出器25a, 25bはホルダ22の中心軸Cに対して左右平行にそれぞれ各1個を配置したが、本発明は無論これに限定されるものではなく、必要に応じて複数個設けることができるものであり、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更することができることは明らかである。

また、制御装置27の積分器31を減算器30の前段階にそれぞれ別個に挿入しても第3図と本質的に何ら相違ないことは明らかである。

〔実施例-2〕

次に、第4図ないし第7図に基づき本発明によるアクティブ防振制御方法の第2の実施例を説明する。

第4図は先端に質量40をもつ片持ちの帯板41の支持構成を示す図、第5図は支持装置の平衡断面図、第6図はその側断面図であり、そして第7図は帯板41の曲げ振動とねじり振動を同時に減衰させるための制御回路である。

質量40を支える帯板41は支持装置42を介してフレーム43に固定されている。前記フレーム43に外乱が入ると、この帯板41には第4図に示す方向の曲げ振動Mとねじり振動Tが顕著に現われる。これは帯板41の剛性がこれらの振動に対して弱いためである。

支持装置42は第5図及び第6図に示すようにX・Y軸より離間して平行に配置された4つの圧電アクチュエータ43a, 43b, 43c, 43dからなる変位発生部と、それらと同一軸上に配置された4つの力検出器44a, 44b, 44c, 44dからなるセンサ部を積層配置して構成している。

そして、前記変位発生部43a~43dとセンサ部44a, 44dを隔離するコア45が介挿され、前記変位発生部の一面に上板46が、またセンサ部の一面に下板47がそれぞれ設けられている。更に、前記上板46とコア45と下板47とコア45はボルト48, 49で締結されて一体に組立てられている。

ここで、圧電アクチュエータ43aと力検出器

44 a、同様に43 bと44 b、43 cと44 c、43 dと44 dはそれぞれ同軸上になるように配置されている。

力検出器44 a～44 dの出力信号 V_{ra} 、 V_{rb} 、 V_{rc} 、 V_{rd} は制御装置50に導かれるとともに、圧電アクチュエータ43 a～43 dには制御装置50から後述する印加電圧信号が与えられるように構成されている。

いま、フレーム43が振動すると支持装置42に振動力が作用する。これを力検出器44 a～44 dにより検知し、信号として出力電圧 V_{ra} 、 V_{rb} 、 V_{rc} 、 V_{rd} を制御装置50に導く。

このとき、第5図に示すY-Y軸が第4図の帯板41の長手方向と一致するように支持装置42を配置したとすると、帯板41の曲げ振動Mにより支持装置42に加えられるモーメントは力検出器44 aと44 dの出力電圧 V_{ra} と V_{rd} の平均値と力検出器44 bと44 cの出力電圧 V_{rb} と V_{rc} の平均値の差として検出でき、帯板41のねじり振動Tにより支持装置42に加えられるモーメントは

力検出器44 aと44 bの出力電圧 V_{ra} と V_{rb} の平均値と力検出器44 cと44 dの出力電圧 V_{rc} と V_{rd} の平均値の差として検出できる。

したがって、制御装置50では第7図に示すように出力電圧 V_{ra} 、 V_{rb} 、 V_{rc} 、 V_{rd} はそれぞれ感度調整されて平均値回路51に導かれる。

そして、2組に分けられ減算器52に入力され、出力電圧 V_1 および V_2 を得る。なお、前記出力電圧 V_1 および V_2 は曲げ振動Mに対するモーメントおよびねじり振動Tに対するモーメントに対応している。

そこでこの出力電圧 V_1 および V_2 を一階の積分器53に導き、さらに、それぞれの振動モードに対して最適な減衰量を与えるように個別にゲイン調整される。その後、各圧電アクチュエータ43 a、43 dを駆動するために加減算器54で4つの信号に分解し、圧電アクチュエータが必要とするバイアス電圧を加算器55で加え、さらに増幅器56で増幅して印加電圧信号 V_{aa} 、 V_{ab} 、 V_{ac} 、 V_{ad} を得る。

この印加電圧信号 V_{aa} 、 V_{ab} 、 V_{ac} 、 V_{ad} が電圧アクチュエータ43 a、43 b、43 c、43 dに与えられると、これらの圧電アクチュエータ43 a～43 dは個別に変位し、支持装置42の端面に2方向のたわみ角が生じる。このたわみ角と支持装置42を伝達する各モーメントによって前記第1の実施例と同様にして減衰作用が働き、曲げ振動Mおよびねじり振動Tの振動エネルギーが散逸し、フレーム43の振動にともなう帯板41の曲げおよびねじりの固有振動が抑制される。

前記実施例では4つの圧電アクチュエータと4つの力検出器を用いたが、本発明は無論これに限定されるものではなく、必要に応じて個数および配置を変更することができる。

さらに、例えば4つの検出器の出力電圧の総和を用いた同様の制御回路を追加することにより支持装置の軸方向、つまり、X-X方向およびY-Y方向に垂直な方向の振動も同時に減衰させることができることは言うまでもない。

また、制御装置50の積分器53は制御回路中の

他の場所に移しても各信号が各1回積分器を通る構成であれば本質的に何ら相違しないことは明らかである。

前記実施例1及び実施例2ではともに、アクチュエータの数と力検出器の数を同数とし、それぞれ各1が同一軸上に配置されている。

しかしながら、本発明では少なくとも変位発生部を伝達する軸力、せん断力、曲げモーメント、ねじりモーメントをセンサ部で検出できるように変位発生部とセンサ部が直列に配置されておれば十分であり、したがって変位発生部を構成するアクチュエータの数とセンサ部を構成する力検出器の数は必ずしも同数である必要はなく、また、個々のアクチュエータと力検出器を同一軸上に配置する必要がない。

ただし、この場合には実施例2に示すように、変位発生部とセンサ部との間に剛体板が必要となる。

(発明の効果)

以上の説明から明らかなように、本発明によ

るアクティブ防振制御方法では、2つの物体を結合する支持装置内にアクチュエータからなる変位発生部と力検出器からなるセンサ部を積層して配置したから、センサ部によって変位発生部を伝達する力およびモーメントが検出でき、この検出信号を一階積分して得られる信号に基づき、変位発生部に変位およびたわみ角を発生させるように制御することから、アクチュエータが発生する変位およびたわみ角はアクチュエータを伝達する力およびモーメントに対して90°の位相遅れをもち、アクチュエータによる仕事は系の振動エネルギーを散逸させるように働く。

したがって、支持装置で支持された物体の定常振動時の共振応答倍率は散逸による減衰作用によって大幅に低下し、また、切削工具の再生ビビリ振動などに見られる自励振動も防止される。

さらに固有振動数の低い梁構造を支持装置を介してフレームに固定すると、フレームが振動しても、支持装置内のエネルギー散逸作用により、

振動エネルギーが梁構造の固有振動エネルギーに変換されるのを抑制することができる。また、変位発生部とセンサ部を一体化させることによりコンパクトな制振装置が実現できる。

さらにまた、支持装置を伝達する力およびモーメントを利用して振動エネルギーを吸収することから、大きな制御力を必要としない。

4. 図面の簡単な説明

第1図ないし第3図は本発明によるアクティブ防振制御方法の第1の実施例を示すものであって、第1図は中ぐり加工用切削工具の平面図、第2図はその斜視図、第3図は制御ブロック図である。

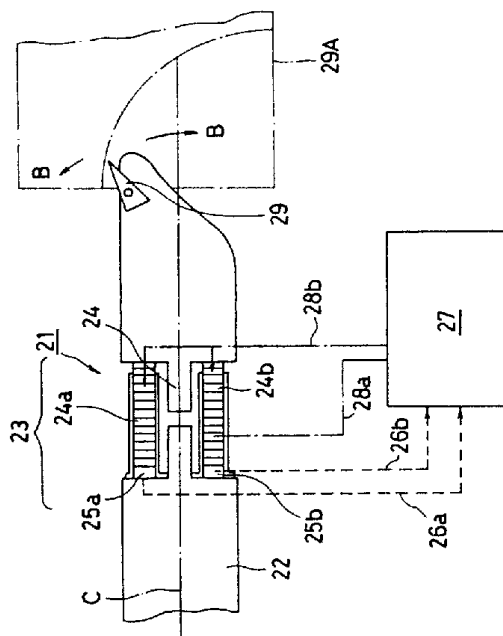
第4図ないし第7図は第2の実施例を示すものであって、第4図は片持ち帯板支持構造の斜視図、第5図は前記支持構造に使用した支持装置の平面図、第6図はその断面図、第7図は制御ブロック図である。

第8図及び第9図は従来のアクティブ防振制御方法の説明図で、第8図は防振制御構成図、

第9図はその演算ブロック図である。

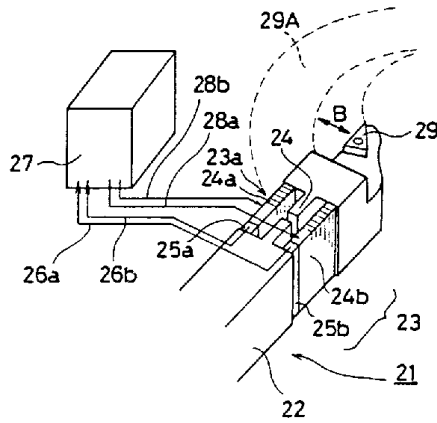
1…振動体、2…支持台、3…支持装置、4…電圧アクチュエータ、5…力検出器、6…演算部、7…増幅器、10…積分器、11…加算器、21…切削工具、22…ホルダ、23…支持装置、24…弾性ばね構造部、24a、24b…圧電アクチュエータ、25a、25b…力検出器、26a、26b、28a、28b…ライン、27…制御装置、29…工具チップ、29A…被加工物、30…減算器、31…積分器、32…反転器、33、34…加算器、40…質量、41…帯板、42…支持装置、43…フレーム、43a、43d…圧電アクチュエータ、44a～44d…力検出器、50…制御装置、51…平均値回路、52…減算器、53…積分器、54…加減算器、55…加算器、56…増幅器。

図1 概

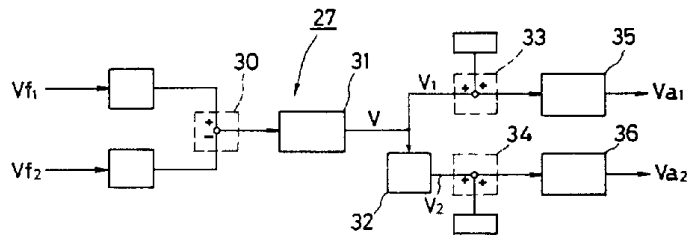


代理人 弁理士 小 川 信 一
弁理士 野 口 賢 照
弁理士 斎 下 和 彦

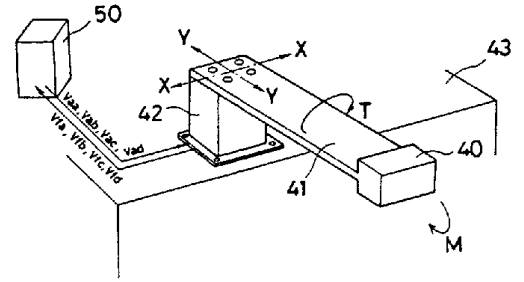
第 2 図



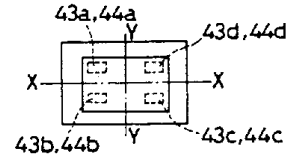
第 3 図



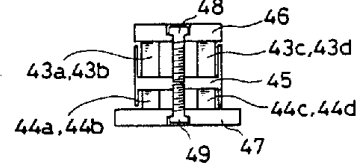
第 4 図



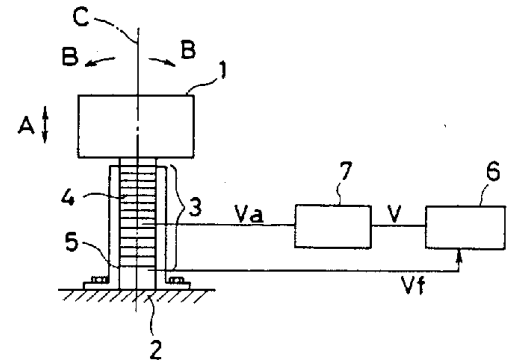
第 5 図



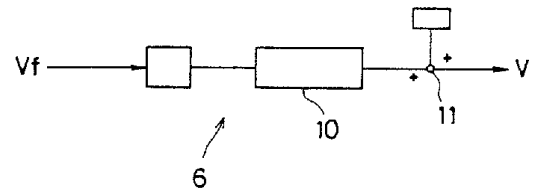
第 6 図



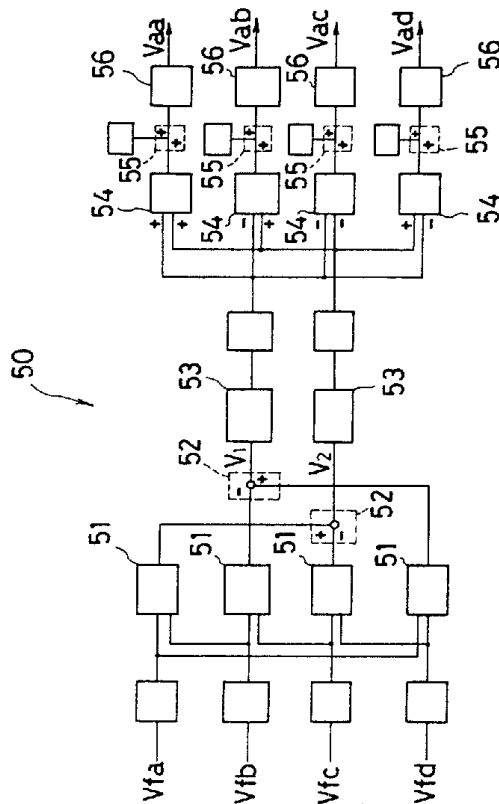
第 8 図



第 9 図



第 7 図



PAT-NO: JP401098723A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 01098723 A
TITLE: ACTIVE
VIBRATIONPROOFING
CONTROL METHOD
PUBN-DATE: April 17, 1989

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SUGITA, YUJI	

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MITSUI ENG & SHIPBUILD CO LTD	N/A

APPL-NO: JP62253547
APPL-DATE: October 9, 1987

INT-CL (IPC): F16F015/02

US-CL-CURRENT: 188/378

ABSTRACT:

PURPOSE: To control vibration in linear direction and bending direction separately or at the same time with a small-sized and still simple method in control system by making a supporting device through laminating displacement generating parts composed of plural numbers of actuators and sensor parts composed of plural numbers of force detectors.

CONSTITUTION: When a work piece 29A is cut with a cutting tool 21, variable bending moment having the center axis of the tool as the center acts to the cutting tool 21. This is detected with force detectors 25a, 25b and output voltages Vf1, Vf2 are led to a control unit 27. Output voltages Vf1, Vf2 are computed relative values and these are integrated one order about time by an integrator 31 and then the result is regarded as voltage signal V. This voltage signal V is controlled variable of deflection angle for the purpose of acting damping action to a supporting device 23. From the fact that this deflection angle has a phase delayed by 90° against bending moment transmitting in the supporting device 23, damping action is acted by the deflection angle and the bending moment transmitting in the supporting device 23, and

thereby bending vibration energy is scattered and lost.

COPYRIGHT: (C)1989,JPO&Japio